

## Mit teszünk? – Mit eszünk?: peszticid vs élelmiszer-biztonság

**Lehel József**

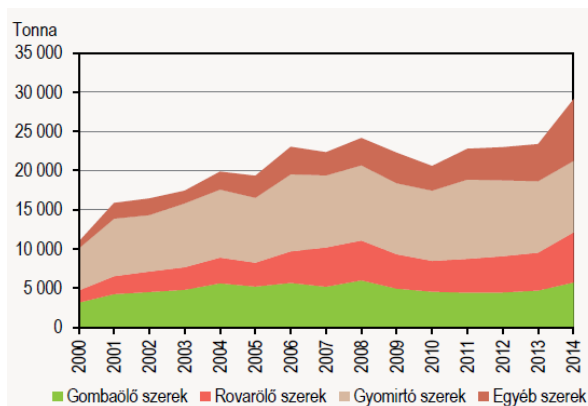
Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

e-mail: lehel.jozsef@univet.hu

Jóllehet, hogy az elmúlt években (évtizedben) új peszticid hatóanyag és készítmény nem vagy csak kismértékben került a piacra, a növényvédő szerek jelentős helyet foglalnak el mind az ipari termelésben, mind pedig a felhasználás tekintetében az Európai Unióban.

A múlt század vége felé a peszticid-hatóanyag paletta jelentősen csökkent, számuk jelenleg közel 500-600, felhasznált mennyiségük pedig meghaladja az évi 2-2,5 millió tonnát az EU-ban. A múlt században a peszticidek felhasználása jelentősen emelkedett. Ugyanakkor, a felhasznált vegyületek köre is változott, több erősen toxikus hatóanyag alkalmazása megszűnt, azonban mind a mai napig a kémiai növényvédelem (és kisebb részben az állategészségügy és a közegészségügy) szerves részét képezik a kevésbé szelektív, a magasabb rendű állati szervezetekre és az emberre is káros vagy akár mérgező hatással rendelkező peszticidek (EFSA, 2017).

A hazai adatok alapján a felhasznált növényvédő szerek mennyisége 2000 óta szinte folyamatosan emelkedett (1. ábra, AKI, 2017; KSH, 2016).



1. ábra. A növényvédő szerek típus szerinti felhasználása Magyarországon (KSH, 2016)

(Forrás: Agrárgazdasági Kutató Intézet:

[https://www.aki.gov.hu/publikaciok/publikacio/a:309/novenyvedo\\_szerek\\_ertekesitese](https://www.aki.gov.hu/publikaciok/publikacio/a:309/novenyvedo_szerek_ertekesitese))

Ugyanakkor, a növényvédő szerek hazai felhasználásában állandóság figyelhető meg 2014-2016 között (1. táblázat). A különböző típusú növényvédelmi peszticidek között mind a készítmények, mind pedig a hatóanyagok esetében a herbicidek dominálnak (készítmény: 38-44%, hatóanyag: 42-47%), ezt követik a fungicidek (készítmény: 23-26%; hatóanyag: 38-41%), illetve az inszekticidek (készítmény: 8-12%; hatóanyag: 8-9%). A nagyobb mértékű felhasználás miatt elsősorban ezek jelenlétével kell számolnunk a növényi eredetű élelmiszerek esetében.

1. táblázat. A növényvédő szerek megoszlása 2014-2016 között (NÉBiH, 2014, 2015, 2016)

Termék	2014				2015				2016			
	termék (et)	%	ha (et)	%	termék (et)	%	ha (et)	%	termék (et)	%	ha (et)	%
Total	29,6		9,6		29,7		9,5		28,2		9,7	
Herbicidek	11,1	38	4,0	42	11,8	40	4,2	45	12,4	44	4,5	47
Fungicidek	6,8	23	3,6	38	7,1	24	3,8	41	7,3	26	3,9	40
Inszekticidek	3,6	12	0,9	9	2,4	8	0,8	9	2,1	8	0,7	8

termék=készítmény; ha=hatóanyag; et=ezer tonna

Az élelmiszer-biztonság és a fogyasztó egészségvédelme szempontjából fontos annak ismerete, hogy az alkalmazott hatóanyagok képesek-e kumulálódni a környezetben, a növények szervezetében (vagy akár az állati szervezetben), illetve a táplálékláncon keresztül.

Erre a legismertebb példa a DDT, amelyről az alkalmazás során derült ki, hogy lebomlása a talajban és az élő szervezetben igen lassú (perzisztens), így alkalmazását követően a talajvíz, a folyók és a tengerek is kontaminálódtak és szinte az egész bioszféra beszennyeződött, továbbá a táplálékláncon is felhalmozódott. Így, nem meglepő, hogy vadon élő állatokból még a betiltást követő 30 év múlva is kimutatható volt az igen lassan lebomló diklórel-tilén-metabolitja (DDE), illetve az engedélyezett határértéknél esetlegesen magasabb DDT-koncentráció (Lehel és Laczay, 2010).

Néhány olyan gondolatot és szempontot kívánok felvetni, mely befolyással lehet a peszticid koncentrációjára a növényi eredetű élelmiszerekben (és akár az állati eredetűekben is), még a megfelelő, előírászerű alkalmazás során is, de különösképpen a nem megfelelő, előírásoktól eltérő, nem rendeltetészerű felhasználás következtében.

A növényvédőszer-használat kockázatot jelenthet a fogyasztó egészségvédelme szempontjából, amely jelentős mértékben csökkenthető, ha az adott peszticid-készítményt csak a

megfelelő kultúrán alkalmazzák, az előírt koncentrációban és ideig, a megfelelő technológiával. Továbbá, fontos a szer juttatását követően az előírt élelmezés-egészségügyi várakozási idő (ÉEVI) betartása, hogy a hatóanyag koncentrációja az érvényben lévő hatósági határértékre (Maximum Residue Limit, MRL), illetve az alá csökkenjen.

A különböző élelmiszerek szermaradék-tartalmát növelheti a kétirányú használat, vagyis az, hogy azonos hatóanyagok (hatóanyag-csoportok) kerül(het)nek felhasználásra a növényvédelemben és az állattenyésztésben. Az élelmiszer-termelő állatok külső élősködői ellen vehetők igénybe ugyanúgy a makrolidok, az amitráz, a neonikotinoid-típusú vegyületek (pl. imidakloprid), mint a növényvédelemben rovarölő hatású készítményként, vagy gombaellenes kezelésként az imidazol- és triazol-származékok. Ilyenkor a kimutatott hatóanyagról nem vagy csak nehezen dönthető el, hogy melyik alkalmazás miatt magasabb, mint az MRL (az állat közvetlen kezelése vagy a takarmányon keresztül vette fel), és az sem deríthető ki, hogy melyik miatt nem lett betartva az ÉEVI.

A peszticid hatóanyagok (és készítmények) egy része csak a növények felületén fejti ki hatását, így azok akár egy alaposabb lemosással, otthoni konyhai előkészítéssel eltávolíthatóak a felületről (pl. lambda-cihalotrin, klórtalonil, mankoceb). Ugyanakkor, ennek hatékonysága változó, az alkalmazott technikától függően 10-50-(60)% (vizes lemosás), vagy hőkezeléses eljárás esetén (mikrohullámú kezelés, blansírozás stb.) akár 70-90%-os is lehet (Bonnehére et al., 2012; Cengiz et al., 2007; Liang et al., 2012). A csapvízzel történő lemosás hatékonysága függ a vegyület fizikai-kémiai tulajdonságaitól. A fogyasztó egészsége szempontjából veszélyesebbek azok a vegyületek, amelyek a kezelt felületről felszívódnak és a növényben szisztémásan fejtik ki hatásukat, így azok kumulációjával is számolni kell (pl. abamektin, tiametoxam, azoxistrobin, mefenoxam). Ezek csak az élő növényben a metabolizmus során bontód(hat)nak le, és ürül(het)nek ki, amennyiben betartják az adott hatóanyagra/készítményre vonatkozó ÉEVI-t.

Még a helyes, szakszerű peszticid-felhasználás mellett is előfordulhat, hogy a méz a fogyasztó egészségére ártalmas kémiai anyagokat tartalmaz. Természetesen a méz szennyeződését okozhatja a méhek atka elleni kezelése, az amitráz-tartalmú gyógyszerek alkalmazása. Ugyanakkor, a növényvédelmi peszticidek, főként az inszekticidek, fungicidek és herbicidek, szermaradékot okozhatnak a mézben. Irodalmi adatok alapján a leggyakrabban klórozott szénhidrogének (HCH, DDT-DDE, aldrin, endrin, klórdán), szerves foszforsav-észterek (diazinon, kumafosz, mevinfosz, klórpírifosz, quinoxifén), fungicidek (triazol-származékok: difenokonazol, penkonazol, ciprokonazol, vinklozalin, iprodion, tiofanát, kaptán, pirifenox, karbendazim) fordulnak elő (Al-Waili et al., 2012; Chiesa et al., 2016). A peszticidek nemcsak

Európa (Lengyelország, Németország, Svájc), hanem a világ számos területén (India, Törökország) kimutathatóak a mézből. Élelmiszer-biztonsági szempontból fontos, hogy általában MRL alatti mennyiségben (ha van hatósági határérték) detektálhatóak, de megdöbbentő, hogy 2016-ban még jelen van a DDT és DDE-metabolitja a mézben (kb. 50 éve betiltották).

A vegyi anyagok sok esetben nem egyedül, önmagukban találhatóak az élő szervezetekben, illetve a környezetben. A vegyi terhelés sok esetben komplex módon jelentkezik, az egyidejűleg jelenlévő vegyületek kölcsönhatásba (interakció) léphetnek. Ez befolyással lehet a vegyületek szervezeten belüli mozgásra (toxikokinetikai interakció), melynek során egy vegyület módosítja egy másik anyag felszívódását, megoszlását, metabolizmusát vagy kiválasztását. Így, az adott szervezeten belül a vegyület kinetikája, és a szermaradék-szintek jelentős mennyiségben változhatnak, MRL-értéknél nagyobb koncentrációban lehetnek jelen. Ezáltal az ÉEVI sem tartható be, hosszabb időtartamra lenne szükség a kiürüléshez. Ugyanakkor, a vegyületek egyedi hatása módosulhat, illetve számítani lehet az együttes hatásukra is (toxikodinámiai interakció), ami akár káros, toxikus is lehet.

A 2017. évi monitoring vizsgálatok során több esetben mértek különböző típusú peszticid-hatóanyagot ugyanabban a termékben/élelmiszerben. A kifogásolt termékek közül csemegezőlőben 12 hatóanyagot (2. táblázat), takarmányként hasznosítandó száraz almatörkölyben pedig 23 vegyületet (3. táblázat) mutattak ki (Vásárhelyi, 2018).

2. táblázat. Csemegezőlőben mért peszticid-koncentrációk (Vásárhelyi, 2018)

Hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)
Cipermetrin	0,05
Deltametrin	0,16
Boszkalid	0,17
Ciprodinil	0,39
Dimetomorf	0,034
Fludioxonil	0,21
Iprodion	1,3
Metalaxil	0,048
Metoxifenozyd	0,24
Miklobutanil	0,024
Penkonazol	0,14
Spiroxamin	0,012

3. táblázat. Száraz almatörkölyben mért peszticid-koncentrációk (Vásárhelyi, 2018)

Hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)	Hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)
Acetamiprid	0,029	Tebukonazol	0,11
Boszkalid	0,2	Tetrazonazol	0,04
Deltametrin	0,018	Tiakloprid	0,024
Difenokonazol	0,035	Triflumuron	0,1
Diflubenzuron	0,02	Miklobutanil	0,011
Klórpirifosz	0,088	Indoxakarb	0,012
Klórpirifosz-metil	0,01	Tau-fluvanilát	0,1
Lambda-cihalotrin	0,027	Klorantraniliprol	0,036
Metoxifenozyd	0,025	Karbendazim	0,014
Piraklostrobin	0,11	Fluopiram	0,028
Pirimetanil	0,027	Kaptán	0,43
Spirodiklofen	0,057		

Melyik készítménynél, mit nem tartottak be, a megfelelő technológiát és/vagy alkalmazást? Hogyan lehet elbírálni az előírt MRL, ÉEVI betartását?

A növényi eredetű élelmiszerek egy része utóézésen megy keresztül a betakarítást követően, a tárolás során. Élelmiszer-biztonsági szempontból több kérdés merül fel. Betartották-e az ÉEVI-t a peszticidkezelést követően? Vagy arra gondoltak, hogy majd lebomlik az utóérés során! Ez igaz is lehet, mert különféle fiziológiai folyamatok (pl. savas hidrolízis a gyümölcsökben) zajlanak le a betakarítást követően a termésben, amelynek során természetesen biotranszformáció is történik a tárolási hőmérséklettől függően. DE!!!, a metabolizmus során akár toxikusabb metabolitok is képződ(het)nek, amelyek a gyümölcs héjából bejuthatnak a húsbba. Ugyanakkor, nagyon fontos, hogy a vegyületek egy része (anyamolekula, metabolit) elpárologhat, de nagyobb részük nem tud eltávozni a rendszertől, vagyis az utóérés során bent maradnak a zöldségben, gyümölcsben, ami kockázatot rejt magában a fogyasztó szempontjából (Amvrazi, 2011).

A távolabbi termőhelyekről (pl. Dél-Európa, Közel-Kelet, Kína) történő szállítás előtt a citrusfélék felületét fungicid (orto-fenil-fenol, imazalil, tiabendazol, azoxistrobin) és inszekticid (abamektin, acetamiprid, hexitiazox, fenpiroximát) szerekkel kezelik. Ennek célja a termék romlásának és a rovarok károsító hatásának megakadályozása. Ugyanakkor, a hatóanyagok kötődnek a héj illóolajához, szermaradványt képezve, mely nem vagy csak nehezen távolítható el. Ez kockázatot jelent a fogyasztó számára, melyet fokozhat a kiszáradás ellen alkalmazott viaszbevonás a gyümölcsök felületén, mivel emiatt a szermaradék nem mosható le (Erasmus et al., 2011; Ortell et al., 2005). A kezelés tényét a termék címkéjén kötelezően fel kell tüntetni.

A permetezéssel kijuttatott növényvédő szer – a technológiai előírások be nem tartása miatt vagy kedvezőtlen környezeti körülmények között – a légmozgással, a felszálló légáramlással a kezelésre nem szánt területek légtérébe sodródhat, és az ott lévő élelmiszer-növények szennyeződését okozhatja. Ugyanakkor, ezen növények esetében nem kerül betartásra az ÉEVI, nem történik ellenőrzés, hiszen nem tervezett kezeléstről van szó, és a mezőgazdasági vállalkozó nem is tud róla. Ez, hasonlóképpen élelmiszer-biztonsági kifogást jelenthet méz esetében is.

Amennyiben a peszticidek alkalmazásakor nem tartják be az előírt technológiai utasításokat, vagy elsodródás miatt, környezet-szennyezési problémák is jelentkezhetnek, pl. számolni lehet a vizek szennyezettségével, vízszárnnyasok, illetve halak mérgeződésével, vagy hasznos rovarok (méh) pusztulásával.

Hasonlóképpen, aggályos lehet élelmiszer-biztonsági szempontból az a gyümölcs, zöldség vagy egyéb termék, amelyet az adott kultúrára nem engedélyezett növényvédő szerrel permeteztek. Ilyenkor nem ismert az adott hatóanyag kiürülés-dinamikája az adott növényben, így az nem biztonságos, mert nem tudni, hogy a betakarításkor milyen koncentrációban található meg a vegyület, nincs is milyen határértékhez viszonyítani, illetve nincs ÉEVI meghatározva.

A 2014. évi monitoring ellenőrzések során a rendeleti előírásoknak (396/2005/EK rendelet) nem megfelelő növényi termékeket az alábbi összeállítás szemlélteti (4. táblázat).

4. táblázat. Kifogásolt növényi eredetű élelmiszerek 2014-ben

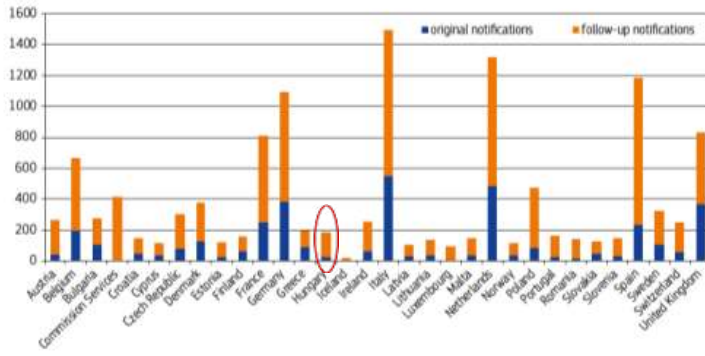
Hatóanyag	Növény/termék	Határérték (mg/kg)	Mért szermaradék (mg/kg)	>MRL
ROVARÖLŐ SZER				
Dimetoát	rettek	0,02	0,058-0,91	2,9-45,5x
	zöldbab		0,22	11x
	fejes saláta		0,36	18x
	uborka		0,06-1,80	3-90x
	paprika		0,087	4.35x
	alma		0,059	2,95x
	szilva		0,08	4x
Diklórfosz	paprika	0,01	0,045-0,055	4,5-5,5x
	uborka		0,054-0,20	5,4-20x
Klórpírifosz	őszi barack	0,20	0,45	2.25x
Aldrin/Dieldrin	olajtökmag	0,02	0,076-0,20	3,8-10x
Cipermetrin	rettek	0,05	0,28	5,6x
	köszméte		0,32-1,30	6,4-26x
Lambda-cihalotrin	köszméte	0,10	0,89	8,9x
GOMBAÖLŐ SZER				
Klórtalonil	fejes saláta	0,01	0,11-0,66	11-66x
Ditiokarbamat	spenót	0,05	0,34	6,8x
Azoxistrobin	fejes saláta	3,00	7,90-10,90	2,6-3,6x

Több esetben, elsősorban rovar- és gombaölő szerek hatóanyagait mutatták ki MRL feletti mennyiségben, zöldségekben, gyümölcsökben vagy akár növényi eredetű termékekben.

Jelenleg gyakoribb az a tendencia, - és a kifogásolt termékek is elsősorban ebből a körből kerülnek ki - hogy egy adott növénykultúra kezelésére olyan hatóanyagot/készítményt alkalmaznak, amely nem engedélyezett (pl. dimetoát-meggy, diklórfosz-uborka, klórpírifosz-alma, tetrametrin-szőlő, deltametrin-saláta, tebukonazol-saláta). Más esetben engedély nélküli készítmény hatóanyagát mutatták ki (pl. karbendazim-köszméte, piriproxifen-karalábé, kelkáposzta), vagy akár olyan vegyületet mérnek, amely Magyarországon nem engedélyezett (pl. spiromezifen-étkezési paprika).

A gyors riasztási rendszeren keresztül (RASFF, Rapid Alert System for Food and Feed) sok esetben érkezik, vagy éppen Magyarország küld információt MRL-érték feletti peszticid-koncentrációról (2. ábra). Így, például 2017-ben Magyarországon 83 esetben történt bejelentés

(notification) növényvédőszer-maradékról törökországi zöldségek és gyümölcsök esetében (Vásárhelyi, 2018).



2. ábra. Bejelentések száma a RASFF rendszeren keresztül, 2017-ben (Vásárhelyi, 2018)

A 2016. évi ellenőrző vizsgálatok során EU-ban, 1131 mézmintából 20,1% tartalmazott peszticid-maradékot, és 1,7% túl is lépte az MRL-értéket (glifozát, amitráz, kumafosz).

A határértéket meghaladó peszticid-szennyezettség a forgalmazott állati eredetű élelmiszerek esetében Magyarországon nem fordult elő az elmúlt évtizedben, illetve a növényi termékek esetében is jelentősen csökkent a határérték-túllépés miatti kifogásolás. Ennek mértéke (0,2%) megfelel a nemzetközi átlagnak, de még mindig magas a szermaradékot nem kifogásolt mennyiségben (MRL-érték alatt) tartalmazó növényi termékek aránya (közel 50%), ami a fogyasztó szempontjából még mindig hordozhat magában veszélyeket, különösképpen a kumulálódó vegyületek esetében.

A szerek alkalmazását követően az előírt élelmezés-egészségügyi várakozási idők betartása alapvető szempont, hogy a fogyasztóhoz csak biztonságos élelmiszer juthasson el, amelyben a szermaradék az MRL-érték alatt van. Ezt biztosítja többek között a peszticid-készítmények engedélyezési eljárásában alkalmazott, a lehetséges és feltételezett élelmezési expozíciót alapul vevő kockázatbecslés, illetve kockázatkezelésként a technológia figyelembe vétele.

### Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.2-16-2017-00012,



projekt címe: Funkcionális, egészséges és biztonságos élelmiszer termékpálya modell kidolgozása a szántóföldtől az asztalig elv alapján, tematikus kutatási hálózatban).

### Hivatkozások

- AKI (Agrárgazdasági Kutató Intézet). 2017. Növényvédő szerek értékesítése, 2016. XVI. Évfolyam. 1. szám. 1–9.
- Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghandi, A. and Ansari, M. J. 2012. Antibiotic, Pesticide, and Microbial Contaminants of Honey: Human Health Hazards. *The Scientific World Journal*. 12. 1–9.
- Amvrazi, E. G. 2011. Fate of Pesticide Residues on Raw Agricultural Crops after Postharvest Storage and Food Processing to Edible Portions. In: Stoytcheva (Ed.): *Pesticides - Formulations, Effects, Fate*. ISBN: 978-953-307-532-7. Chapter 28. InTech Europe, Rijeka, Croatia, 576–594.
- Bonnechère, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T. and Van Loco, J. 2012. Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach *Journal of Food Control*. 25. 397–406. doi:10.1016/j.foodcont.2011.11.010
- Cengiz F., Certel, M., Karakas, B. and Göçmen, H. 2017. Residue contents of captan and procymidone applied on tomatoes grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. *Food Chemistry* 100. 1611–1619.
- Chiesa, L. M., Labella, G. F., Giorgi, A., Panseri, S., Parlovic, R., Bonacci, S. and Arioli, F. 2016. The occurrence of pesticides and persistent organic pollutants in Italian organic honeys from different productive areas in relation to potential environmental pollution. *Chemosphere*. 154. 482–490.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2017. The 2015 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*. 15. 4. 4791. 1–134. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4791.
- Erasmus, A., Lennox, C. L., Jordaan, H., Smilanick, J. L., Lesar, K. and Fourie, P. H. 2011. Imazalil residue loading and green mould control in citrus packhouses. *Postharvest Biology and Technology*. 62. 193–203.
- KSH (Központi Statisztikai Hivatal). 2016. Növényvédőszer-felhasználás. Statisztikai tükör. 1-4. Letöltés: 2018. 10. 30. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/novenyvedoszer.pdf>
- Lehel, J. és Laczay, P. 2010. *Toxicológia. Egyetemi jegyzet*, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. 44–46.

- Liang, Y., Wanga, W., Shen, Y., Liu, Y. and Liu, X. J. 2012. Effects of home preparation on organophosphorus pesticide residues in raw cucumber. *Food Chemistry* 133. 636–640.
- NÉbih (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal). 2014. 2014. évi növényvédelmi szerforgalmi jelentés. Letöltés: 2018. 10. 30. [http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/516399/2014.evi\\_Szerforgalom\\_.pdf/96a71294-26ec-4ccc-a5d7-b3c70afb1210](http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/516399/2014.evi_Szerforgalom_.pdf/96a71294-26ec-4ccc-a5d7-b3c70afb1210)
- NÉbih (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal). 2015. 2015. évi növényvédelmi szerforgalmi jelentés. Letöltés: 2018. 10. 30. [http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/367102/Szerforgalom\\_2015/2b18bff7-3870-4826-bd20-0fc18820c6cb](http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/367102/Szerforgalom_2015/2b18bff7-3870-4826-bd20-0fc18820c6cb)
- NÉbih (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal). 2016. 2016. évi növényvédelmi szerforgalmi jelentés. Letöltés: 2018. 10. 30. <http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/367102/2016+Szerforgalom/d0c74fa1-e8ef-4235-8618-75093ad06cad>
- Ortelli, D., Edder, P. and Corvi, C. 2005. Pesticide residues survey in citrus fruits. *Food Additives and Contaminants*. 22. 5. 423–428.
- Vásárhelyi, A. 2018. Növényvédőszer-maradékok élelmiszereinkben. Magyar Toxikológusok Társasága, TOX'2018 Konferencia, Lillafüred, 2018. 10. 17–19.
- 396/2005/EK rendelet a növényi és állati eredetű élelmiszerekben és takarmányokban, illetve azok felületén található megengedett növényvédőszer-maradékok határértékéről, valamint a 91/414/EGK tanácsi irányelv módosításáról.